



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07319525 A**(43) Date of publication of application: **08.12.95**

(51) Int. Cl.

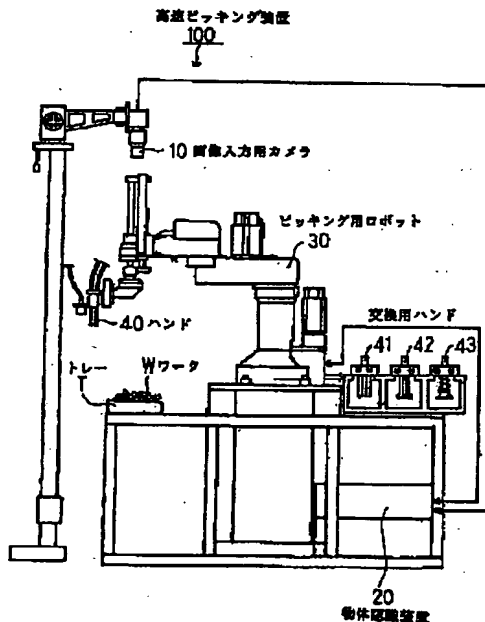
G05B 19/4093**B25J 9/16****B25J 13/08****B65G 43/00****G05B 19/19**(21) Application number: **06136593**(22) Date of filing: **25.05.94**(71) Applicant: **NIPPONDENSO CO LTD**(72) Inventor:
IIDA YASUHIRO
HIBI YASUO
KATO TOSHIO**(54) HIGH-SPEED PICKING DEVICE FOR PILED PARTS****(57) Abstract:**

PURPOSE: To recognize any specified part composed of the simple shape of parts to be clamped by the hand of a robot from piled parts at high speed.

CONSTITUTION: The image of works W piled and housed in a tray T is picked up by a camera 10 for image input. An object recognizing device 20 processes that video signal and gets a line segment image from a contour line. This line segment image is successively collated with plural collation models corresponding to the plural specified parts composed of the simple shape of works W to be clamped according to the priority, which is changed with the passage of collation, and the position of any one specified part at the works W is recognized. Afterwards, since plural hands 40-43 to respectively correspondently clamp the plural specified parts are set, the position of positioning and the information of hands 40-43 is outputted to the side of a robot 30. On the other hand, each time the collation is made successful, the number of times of collation success for each collation model is added and updated and the priority of collation for the next collating

time is decided based on the number of times of collation success.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 3 1 9 5 2 5

(43) 公開日 平成 7 年 (1 9 9 5) 1 2 月 8 日

(51) Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G05B 19/4093

B25J 9/16

13/08

A

B65G 43/00

G05B 19/19

H

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平 6 - 1 3 6 5 9 3

(22) 出願日 平成 6 年 (1 9 9 4) 5 月 2 5 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 4 2 6 0

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

(72) 発明者 飯田 康博

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 日比 保男

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 日本電装株式会社内

(72) 発明者 加藤 敏夫

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 日本電装株式会社内

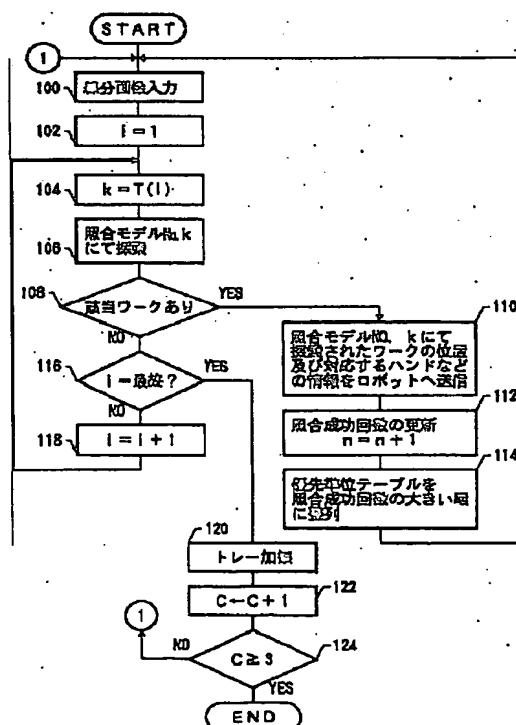
(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 山積み部品の高速ピッキング装置

(57) 【要約】

【目的】 山積み部品の中から、ロボットのハンドにより把持可能な部品の単純形状から成る特定部位を高速に認識すること。

【構成】 画像入力用カメラ 10 によりトレー T 内に山積み状態で収容されたワーク W が撮像される。物体認識装置 20 はその映像信号を処理し輪郭線から線分画像を得る。この線分画像とワーク W の把持可能な単純形状から成る複数の特定部位に対応した複数の照合モデルとが照合経過に伴って変換する優先順位に従って順次照合され、ワーク W の 1 つの特定部位の位置が認識される。この後、複数の特定部位に対応してそれぞれ把持し得る複数のハンドが設定されているので、位置決め位置とハンドの情報がロボット側へ出力される。又、照合が成功する度にその照合モデルの照合成功回数が加算更新され、次照合時における照合優先順位がその照合成功回数に基づいて決定される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 次元画像から山積み部品の輪郭線を求め、その輪郭線から輪郭線を構成する複数の構成線分を抽出し、その構成線分から前記部品を認識してロボットの手端により把持させる高速ピッキング装置において、

前記 2 次元画像において前記部品の把持可能な単純形状から成る複数の特定部位を認識するための該複数の特定部位に対応した複数のモデルであって、前記複数の特定部位がそれぞれ基準姿勢をとるときの形状を特定するデータにより予め設定される複数の照合モデルを記憶する照合モデル記憶手段と、

前記複数の特定部位に対応して該複数の特定部位をそれぞれ把持し得る複数の手端の情報を記憶した手端情報記憶手段と、

前記 2 次元画像と、可変的に決定される優先順位に従って前記照合モデル記憶手段に記憶されている前記複数の照合モデルを、順次、照合させて、1 つの照合モデルが前記 2 次元画像に存在すると判定された場合に、照合演算を終了して、照合により認識された 1 つの部分の前記複数の特定部位のうちの 1 つとして検出する特定部位検出手段と、

前記各照合モデル毎に、前記特定部位検出手段により認識された回数を記憶し、その回数の多い順に前記優先順位を決定する照合優先順位決定手段と、

検出された前記特定部位の位置を決定する位置決定手段と、

決定された前記位置の前記特定部位に対応する前記複数の手端のうちの 1 つを選択すると共に位置決めして前記特定部位をピックアップさせる指令手段とを備えたことを特徴とする山積み部品の高速ピッキング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ロボットによりトレイ内に収容された山積み部品の中から一つずつ部品を把持することができる高速ピッキング装置に関する。特に、部品の握持部分を高速で認識することが可能な装置に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、複数の部品の中から部品の一つずつピッキングする手段として、画像入力用カメラにて取り込まれた映像信号から濃淡画像データを生成し、微分したエッジ画像データの稜線を追跡して輪郭線を抽出し線分画像を得る。この線分画像と把持する部品形状に対応した照合モデルとのパターンマッチングを行い、最上部に位置する部品を認識してピックアップする方法が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、一般的な工業製品における部品などは、通常、トレイなどに山積み

状態にて供給される。すると、それら部品は互いに重なり合い、それぞれ傾きが激しい状態にて存在することになる。このような、山積み最上部に位置する部品が傾きがない場合の照合モデルとほぼ一致するということは極めて稀であり、山積み部品から一つの部品を認識しピッキングすることは不可能に近いという問題があった。

【0004】 又、この問題を解決するために、特開平 5 - 1 2 7 7 2 2 号公報に記載されたように、ワークの握持可能な単純形状から成る複数の特定部位に対応した複数の照合モデルを記憶しておき、2 次元画像の中において、1 つの照合モデルと照合する部位を検出し、その部位を握持するようにした装置が知られている。この装置は、1 つのワークに対して形状簡単な複数の照合モデルを設けることで、部位の認識を容易にしたものである。

【0005】 しかしながら、上記の装置は複数の照合モデルの照合単位が予め決定された単位であるために、2 次元画像の中から照合可能な照合モデルを検出するには、時間が掛かった。又、上記のように照合単位が固定されていると、照合単位が先の照合モデルが検出されたワークだけが先に握持されていくので、ワークのピッキングが進行して行くに連れて、照合単位が高い照合モデルが検出されずに、照合単位の低い照合モデルが検出されるワークだけが残る。

【0006】 従って、それらのワークに対しても、固定順序で照合モデルの照合が実行されるので、照合単位の高い照合モデルに対する照合判定の演算が無駄に実行され、特定の部位を認識するまでに時間がかかるという問題がある。

【0007】 本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、山積み部品の中から、ロボットのハンドにより把持可能な部品の単純形状から成る特定部位を高速に認識することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための発明の構成は、図 6 にその概念を示したように、2 次元画像から山積み部品の輪郭線を求め、その輪郭線から輪郭線を構成する複数の構成線分を抽出し、その構成線分から前記部品を認識してロボットのハンドにより把持させる高速ピッキング装置において、前記 2 次元画像において前記部品の把持可能な単純形状から成る複数の特定部位を認識するための該複数の特定部位に対応した複数のモデルであって、前記複数の特定部位がそれぞれ基準姿勢をとるときの形状を特定するデータにより予め設定される複数の照合モデルを記憶する照合モデル記憶手段と、前記複数の特定部位に対応して該複数の特定部位をそれぞれ把持し得る複数の手端の情報を記憶した手端情報記憶手段と、前記 2 次元画像と、可変的に決定される優先順位に従って前記照合モデル記憶手段に記憶されている前記複数の照合モデルを、順次、照合させ

て、1つの照合モデルが前記2次元画像に存在すると判定された場合に、照合演算を終了して、照合により認識された1つの部分を前記複数の特定部位のうちの1つとして検出する特定部位検出手段と、前記各照合モデル毎に、前記特定部位検出手段により認識された回数を記憶し、その回数の多い順に前記優先準位を決定する照合優先準位決定手段と、検出された前記特定部位の位置を決定する位置決定手段と、決定された前記位置の前記特定部位に対応する前記複数のハンドのうちの1つを選択すると共に位置決めして前記特定部位をピックアップさせる指令手段とを備えたことを特徴とする。

【0009】

【作用】照合モデル記憶手段には2次元画像において部品の把持可能な単純形状から成る複数の特定部位を認識するためのそれら特定部位に対応した複数のモデルであって、上記複数の特定部位がそれぞれ基準姿勢をとるときの形状を特定するデータにより予め設定された複数の照合モデルが記憶されている。又、ハンド情報記憶手段には上記複数の特定部位に対応してそれら複数の特定部位をそれぞれ把持し得る複数のハンドの情報が記憶されている。

【0010】特定部位検出手段により、2次元画像は、可変的に決定される優先準位に従って複数の照合モデルと、順次、照合される。そして、1つの照合モデルが2次元画像に存在すると判定された場合に、照合演算は終了し、照合により認識された1つの部分は複数の特定部位のうちの1つとして検出される。次に、位置決定手段により検出された上記特定部位の位置が決定される。この後、指令手段により上記位置決定手段にて決定された位置に上記ハンド情報記憶手段に記憶された複数のハンドの情報のうちの1つからハンドを選択し位置決めして上記特定部位をピックアップさせる指令がロボット側に出力される。

【0011】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は本発明に係る山積み部品の高速ピッキング装置を示した全体構成図であり、図2は同実施例装置の主要部の構成を示したブロックダイヤグラムである。高速ピッキング装置100は主として、画像入力用カメラ10と物体認識装置20とフィンガが先端に配設された山積み部品の中から一つの部品（以下、ワークともいう）Wを把持するためのハンド40を有するピッキング用ロボット30と交換用ハンド41、42、43とから成る。尚、各ハンドはワークWの特定部位に対応し適宜ピッキング用ロボット30に装着される。例えば、図のピッキング用ロボット30に装着されたハンド40はワークWの単純形状から成る特定部位として丸穴の内径など、交換用ハンド41はワークWの外形など、交換用ハンド42はワークWの穴に挿入して裏側からの引っ掛けなど、又、交換用ハンド43はワークWの平面部に吸着

などによりそれぞれワークWを把持可能である。そして、作業台の上には山積み状態でワークWが収容されたトレーTが載置されている。

【0012】図2において、トレーT内には山積み状態でワークWが収容されており、そのトレーTの上部からワークWを撮像する画像入力用カメラ10が設けられている。又、トレーTの中央上部からワークWを一様に照明する照明装置1が設けられている。物体認識装置20は、照合、判定等のデータ処理を行う中央処理装置21と、画像入力用カメラ10により得られた映像信号を処理して、検出物体の輪郭線を検出して、輪郭線を構成する構成線分を抽出し、又、合成エッジ画像を求めるなどのデータ処理を行う画像処理装置22と、照合モデルに関するデータや検出物体に関するデータを記憶する記憶装置23と、照明制御回路24とで構成されている。

【0013】更に、画像処理装置22は、画像入力用カメラ10の出力する映像信号をサンプリングして、濃淡レベルをデジタル化した濃淡画像データを生成する画像入力装置221と、その濃淡画像データから微分演算により明度勾配を求め、物体画像のエッジを表すエッジ画像データを生成するエッジ検出装置222と、そのエッジ画像データから輪郭線を追跡し、その輪郭線を構成する構成線分を抽出し、その構成線分の位置に関するデータを生成する線分抽出装置223とで構成されている。

【0014】又、記憶装置23はRAM等で構成されており、ワークWの複数の特定部位が基準姿勢をとるときの形状を特定するデータにより予め設定される複数の照合モデルを記憶し、照合モデル記憶手段を達成する照合モデルメモリ領域231と、複数の特定部位をそれぞれ把持し得る複数のハンドの情報を記憶し、ハンド情報記憶手段を達成するハンド情報メモリ領域232と、トレーT内の山積みの多数のワークWに対応する線分画像が照合された結果を記憶する認識結果メモリ領域233、照合モデルの照合準位を記憶する照合準位メモリ領域234などから成る。

【0015】次に、画像入力用カメラ10により山積み状態の多数のワークWの映像信号を入力して構成線分抽出後、雑多な構成線分群の中から複数の特定部位として、次の5つの照合モデルを設けることができる。例えば、図4の状態3の傾斜状態で示されるピンがワークWである。この形状のワークにおいて、図4に示すように、No. 1～No. 5までの単純形状の照合モデルが準備される。この照合モデルはワークの握持可能な部分で且つ照合が簡単な形状をしたものである。

【0016】No. 1、No. 2、No. 5、No. 6の照合モデルは、“平行で長さの等しい線分”とするモデルであり、No. 3とNo. 4は丸孔で“円”とするモデルである。

【0017】次に、物体認識装置20の処理手順を示し

た図 3 のフローチャートに基づいて本装置の作用を説明する。照明制御回路 2 4 により照明装置 1 が点燈され、画像入力用カメラ 1 0 で得られた映像信号が画像入力装置 2 2 1 に入力される。そして、画像入力装置 2 2 1 では、映像信号をサンプリングしてデジタル信号に変換して濃淡画像が生成される。その濃淡画像データはエッジ検出装置 2 2 2 に入力し、微分されてエッジ画像が生成される。そのエッジ画像データは線分抽出装置 2 2 3 に入力し、稜線を追跡することで物体の輪郭線が抽出される。更に、その輪郭線は折線や円などで近似され線分

【0018】そして、ステップ 1 0 0 において、中央処理装置 1 は画像処理装置 2 2 にて得られた線分画像を入力する。次にステップ 1 0 2 に移行して、優先準位変数 i が 1 の初期値に設定される。次に、優先準位 i の照合モデル番号 k を優先準位メモリ領域 2 3 4 に記憶されている優先準位テーブルから決定する。この優先準位テーブルは、図 5 に示すように、優先準位 i 、照合モデル No. k 、照合成功回数 n とで構成されている。この優先準位テーブルはワークを山積みした 1 つのパレットのピ

【0019】次に、ステップ 1 0 4 において、優先準位テーブルがサーチされ、優先準位変数 i に対応した照合モデル No. k が決定される。次に、ステップ 1 0 6 において、入力された線分画像から一続きの線分群が抽出され、照合モデル No. k による探索が実行される。次に、ステップ 1 0 8 において、ステップ 1 0 6 の照合モデル No. k と照合される部分を有する該当ワークが見つ

【0020】ステップ 1 0 8 で該当ワークがあると判定されると、ステップ 1 1 0 に移行し、照合モデル No. k にて探索されたワーク W の特定部位の位置（方向を有する中心座標位置）及びその特定部位を把持できるハンド（ハンド番号）などの情報をピッキング用ロボット 3 0 側へ送信する。そして、ステップ 1 1 2 へ移行して、優先準位テーブルの照合モデル No. k の欄の照合成功回数 n が 1 だけ加算更新される。そして、ステップ 1 1 4 へ移行して、優先準位テーブルの照合モデル No. k と照合成功回数 n とが、照合成功回数 n の大きい順に優先準位 1 ~ 5 に再整列される。これにより、照合モデル No. k は、照合成功回数の多い順に並べ代えられる。そして、ステップ 1 0 0 へ戻り、上記の処理が繰り返され、次のワークに対する照合モデルの探索が実行される。

【0021】一方、ステップ 1 0 8 で該当ワークがないと、ステップ 1 1 6 で優先準位変数 i の値が最終値（本実施例では 5）か否かが判定され、最終値でなければ、ステップ 1 1 8 に移行して、優先準位変数 i が 1 だけ加算更新されて、ステップ 1 0 4 に戻り、次の優先準位の

照合モデルの探索が実行される。又、ステップ 1 1 6 で優先準位変数 i が最終値と判定されると、画像の中には照合モデルと照合される部分が全く存在しないことになる。よって、この場合には、ステップ 1 2 0 へ移行して、次の画像入力時には山積みされたワーク W の状態を変え、照合モデルにて探索される確率を増すために図示しない加振装置にトレー T の加振指令が出力される。

【0022】次にステップ 1 2 2 に移行し、加振回数 C がカウントされる。この加振回数は、プログラムの最初に 0 とされ、全ての照合モデルについて各 1 回の探索が不成功に終わる毎にカウントアップされる。そして、ステップ 1 2 4 で、加振回数 $C \geq 3$ であるか否かが判定される。即ち、3 回加振しても状態が変わらず全ての照合モデルについて各 3 回の探索が不成功であれば、トレー T 内にワーク W がなくなっているか或いはトレー T 内のワーク W が存在する状態が余程悪く、これ以上ワーク探索を続けることは不適當であるとして、本プログラムを終了する。

【0023】一方、ステップ 1 2 4 で加振回数 C が 3 以上でない場合には、ステップ 1 0 0 に戻り、次のワークに対する照合モデルとの照合演算が繰り返し実行される。

【0024】このようにして、ステップ 1 0 4 ~ 1 1 8 のループで優先準位の高い順で照合モデルの画像中での探索が実行される。又、優先準位は過去の照合成功回数の多い順に決定されることから、最も照合され安いものから順に照合モデルの探索が実行されるので、照合不成功に終わる照合モデルの無駄な探索の実行が行わなくなり、ワーク W の特定部位の決定が速く行われる。

【0025】尚、照合モデル No. 1、No. 2、No. 5、No. 6 は、“平行（幅 m_1 ）で長さ（ l_1, l_2 ）の異なる線分”という情報で照合される。又、照合モデル No. 3、No. 4 は“円（半径 r_1 ）”という情報で照合される。

【0026】又、ステップ 1 1 0 において、ハンドで握持するためのワーク W の特定部位の位置の演算が実行される。これは、照合モデル No. 1、No. 2、No. 5、No. 6 と照合した場合には、その平行線の中心点の座標が演算される。そして、その中心点の座標と幅 m_1 、長さ（ l_1, l_2 ）と共に、その平行線で表される部位を握持するのに適切なハンド（ハンド番号）などの情報をピッキング用ロボット 3 0 側へ送信する。又、照合モデル No. 3、No. 4 の場合には、その円の中心点の座標と半径 r_1 と共にその円柱部を握持するのに適切なハンド（ハンド番号）などの情報をピッキング用ロボット 3 0 側へ送信する。

【0027】尚、上述のステップ 1 0 6 における各照合モデル No. 1 ~ No. 5 はワーク W の特定部位が基準姿勢をとるときの形状を特定するデータにより予め設定されるのであるが、ワーク W が傾斜した場合にも把持可能となる

許容限界角度などにより照合の一致範囲が拡大されて探索される。

【0028】ここで、特定部位検出手段はステップ100～118、位置決定手段はステップ110、指令手段はステップ110、照合優先順位決定手段はステップ112、114にてそれぞれ達成される。

【0029】上述のプログラムが実行されることにより、部品の複数の特定部位に対応した複数の照合モデルの何れかにて認識された部品はピッキング用ロボット30のハンド40或いは交換用ハンド41、42、43の何れかによりピッキングされることになる。このように、部品の複数の特定部位に対応した複数のハンドによるピッキングではピッキング用ロボット30による部品のピッキング速度を大幅に向上できるという効果がある。

【0030】前述の実施例においては、特定部位を探索する照合モデルとピッキングするためのロボットのハンドが1対1に対応しているように説明されているが、認識する特定部位が異なってもそれらを同一のハンドにてピッキングできる場合には、複数のハンドを必ずしも用意する必要はない。この例としては、幅が異なった平行な特定部位などがある。

【0031】又、前述の実施例においては、部品の複数の特定部位として円や平行な部分を選定した場合を述べたが、その他、長穴、直線、円弧、コーナ部などを特定部位として選定することもできる。更に、外形形状ではない刻印又は印刷マークなどを特定部位として選定することもできる。この場合には、特定部位の認識によりその位置から確定される外形形状の部位を把持位置として選定すれば良い。

【0032】前述の実施例においては、一つの部品に把持可能な幾つかの特定部位がある場合を想定したピッキングについて述べたが、トレイ内に異種の部品が混在収容されているような場合にも本装置は適用可能である。この場合には、各部品の特定部位をそれぞれ限定認識させることにより、それぞれの特定部位に適したハンドにより部品を確実に把持させることができる。又、本発明は山積み部品を対象としているが、平面上に単独に1個だけ置かれた部品や数個散在した状態で置かれた部品、更に、仕切りの付いたトレイ内に分離された状態で置かれた部品に対しても同様に適用可能なことは明白である。

【0033】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成され、部品の把持可能な単純形状から成る複数の特定部位が基準姿勢をとるときの形状を特定するデータにより予め設定された複数の照合モデルと、複数の特定部位に対応してそれら複数の特定部位をそれぞれ把持し得る複数

のロボットのハンドの情報とが記憶され、2次元画像の中から複数の照合モデルとの照合により認識された1つの部分が上記複数の特定部位のうちの1つとして検出され、その検出された特定部位の位置が決定され、その位置に複数のハンドのうちの1つを選択し位置決めして特定部位をピックアップさせる指令がロボット側に送信される。そして、2次元画像において照合モデルを探索する場合に、可変的に決定される優先順位に従って複数の照合モデルが、順次、照合され、1つの照合モデルが2次元画像に存在すると判定された場合に、照合演算を終了される。又、各照合モデル毎に、特定部位検出手段により認識された回数を記憶し、その回数の多い順に照合の優先順位が決定される。

【0034】従って、部品の複数の特定部位のうち一つでも照合され認識される限りその特定部位を把持するのに適したロボットのハンドが選択され、認識され決定された特定部位の位置にそのハンドが位置決めされ部品がピックアップされる。又、照合の可能性の高い照合モデルから順に照合モデルの探索が実行され、1つの照合モデルが検出された時点で探索演算は停止するので、特定部位の認識が極めて速くなる。よって、山積み部品の高速ピッキングが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る山積み部品の高速ピッキング装置を示した全体構成図である。

【図2】同実施例装置の主要部の構成を示したブロックダイヤグラムである。

【図3】同実施例装置で使用されている中央処理装置の処理手順を示したフローチャートである。

【図4】同実施例に係るワークが山積みでトレイ内に収容されている状態を示した説明図である。

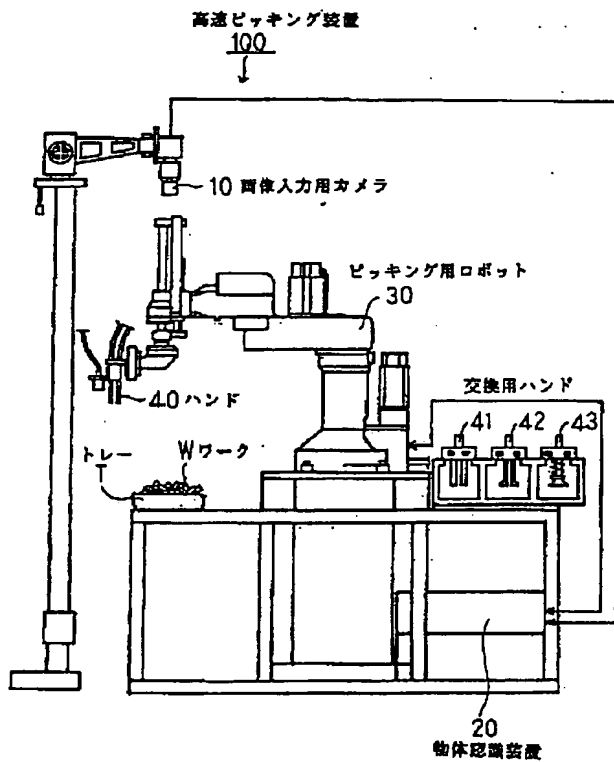
【図5】優先順位テーブルを示した説明図。

【図6】本発明の概念を示したブロックダイヤグラムである。

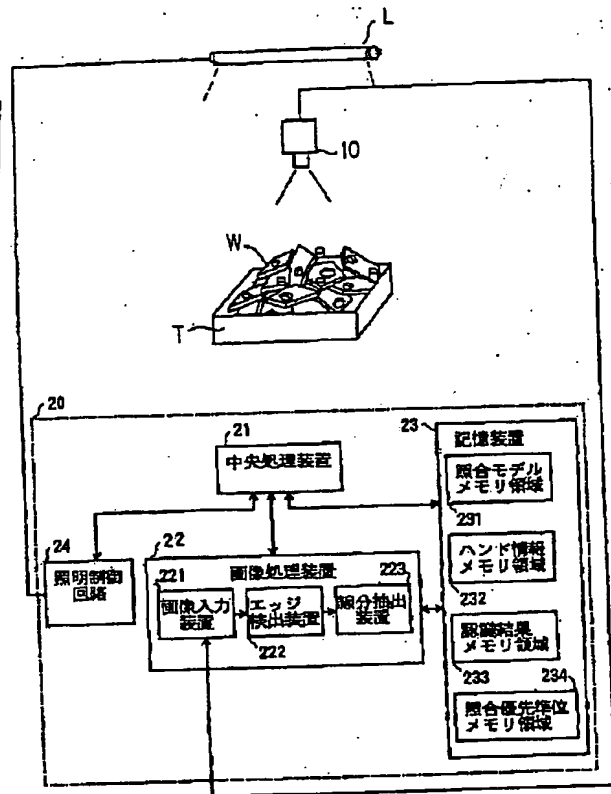
【符号の説明】

- 10…画像入力用カメラ
- 20…物体認識装置
- 21…中央処理装置
- 22…画像処理装置
- 23…記憶装置
- 24…照明制御回路
- 30…ピッキング用ロボット
- 40…(ロボットの)ハンド
- 41、42、43…交換用ハンド
- T…トレイ
- W…ワーク(部品)
- 100…高速ピッキング装置

【図 1】



【図 2】



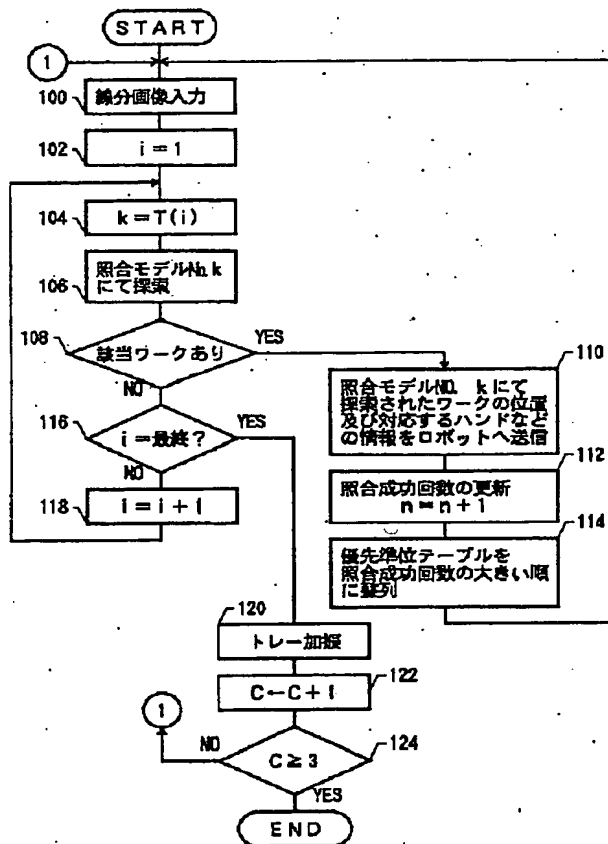
【図 4】

	状態 1	状態 2	状態 3
トレイ内のワークを上方から見た場合の代表的なワーク形状			
特定部位探索に使う照合モデル	$\begin{array}{c} \text{No. 1} \\ \text{No. 2} \\ \text{No. 3} \\ \text{No. 4} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{No. 5} \\ \text{No. 6} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{No. 5} \\ \text{No. 6} \end{array}$

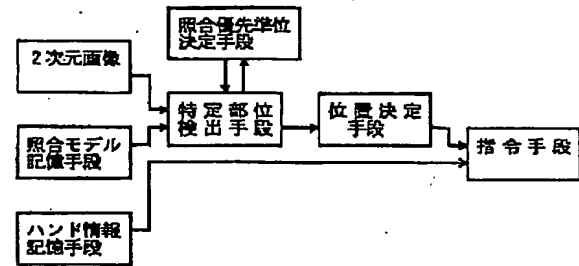
【図 5】

優先順位 l	照合モデル No. k	照合成功回数 n
1	3	24
2	2	10
3	1	3
4	5	1
5	4	0

【図 3】



【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

G05B 19/403

技術表示箇所

J